

IDENTIFIKASI EKSPRESI WAJAH MENGGUNAKAN ALIH RAGAM GELOMBANG SINGKAT (*WAVELET*) DAN JARINGAN SYARAF TIRUAN *LEARNING VECTOR QUANTIZATION (LVQ)*

Sutarno

Jurusan Sistem Komputer Universitas Sriwijaya Indralaya
Jl. Raya Palembang Prabumulih Km.32 Indralaya
Ogan Ilir 30662 Telp (0711) 7072729
e-mail : tarnoabufaruq@yahoo.com

Abstracts

Face identification is a very complex problem to be solved, since it can be used in wide range applications such as identity authentication, access control, surveillance, security, and as part of a robot vision system. This research investigated a possible face identification scheme, preceded by an image pre-processing stage intended to obtain best fitted face data at hand. The feature extraction and data reduction of face images were based on a wavelet transforms. The final steps utilized the power of artificial neural networks, specifically the so called learning vector quantization (LVQ). The face identification scheme explicitly was to classify face expression into six representations (happiness, sorrow, hate, anger, surprise and worry). The results indicate that the use of wavelet transforms and artificial neural network (LVQ) performed sufficiently well. With various process combinations the highest rate success was 79.17%, while the lowest was 52.50%. Included were the addition of noises, image rotations and zooming, as well as the forms of wavelets used (Haar, Daubechies and Coiflet).

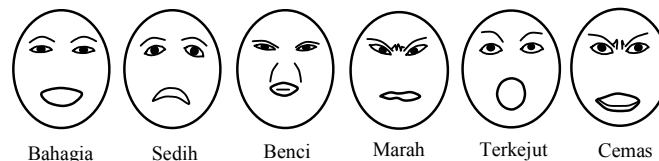
Keywords: *Face Identifications, Wavelet Transforms, Feature Extraction, Artificial Neural Network, LVQ.*

1. PENDAHULUAN

Teknik pengolahan citra (*image processing*) merupakan bidang kajian yang juga berkembang pesat dan telah diterapkan dalam berbagai aplikasi. Pengolahan citra adalah pemrosesan citra, khususnya menggunakan komputer untuk menghasilkan citra manipulasi yang kualitasnya lebih baik dari citra sebelumnya, sehingga citra tersebut lebih mudah diinterpretasikan baik oleh manusia maupun mesin.

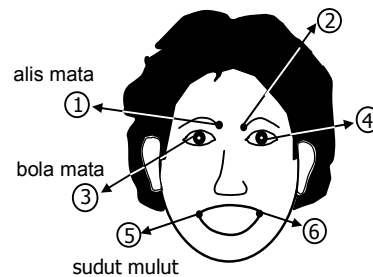
Sistem identifikasi biometrik didasarkan pada ciri-ciri fisik dan tingkah laku atau perangai (*psychology*) tubuh manusia, seperti wajah, sidik jari (*fingerprint*), telapak tangan, mata, tanda tangan dan suara yang dewasa ini menjadi alternatif pilihan untuk menggantikan sistem identifikasi konvensional menggunakan *password* dan *card* yang dianggap kurang handal, karena terkadang kita lupa atau dicuri, sehingga dapat dibuka oleh orang lain (Lim dkk, 2001).

Menurut Tian dan Bole (2001), para ilmuwan psikologi menggolongkan ekspresi wajah secara universal dalam enam bentuk ekspresi utama wajah, yakni: bahagia, sedih, benci, marah, terkejut dan cemas seperti terlihat pada ilustrasi Gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. Ilustrasi Enam Ekspresi Utama Wajah

Bentuk ekspresi wajah di atas didasarkan pada gerakan muka dan aktivitas otot wajah. Sistem identifikasi wajah yang terdiri atas enam bagian titik pada mata, mulut dan alis mata yang masih dianggap paling dapat dipercaya menghasilkan kinerja yang paling baik dalam mengenali wajah. Titik-titik tersebut seperti terlihat pada Gambar 2 berikut ini.



Gambar 2. Enam Unsur Corak Utama Wajah

Jaringan syaraf tiruan adalah salah satu metode komputasi yang berusaha meniru cara kerja sistem syaraf otak manusia. Keunggulan metode ini dibanding metode lain adalah kemampuannya belajar dan memecahkan hubungan yang kompleks dan rumit, yang sulit untuk dideskripsikan antara data masukan dan data keluaran. Hal ini dimungkinkan karena pengetahuan yang ada pada jaringan syaraf tiruan tidak diprogram, namun dilatih berdasarkan informasi atau masukan yang diterimanya (Kusumoputro, 2000).

Metode pembelajaran yang dapat digunakan pada jaringan diantaranya ada-lah *Learning Vector Quantization* (LVQ) yang merupakan suatu metode klasifikasi pola yang masing-masing model pelatihan-nya mewakili kategori atau kelas tertentu. Pola merupakan entitas yang terdefinisi dan dapat diidentifikasi melalui ciri-cirinya (*feature*), ciri-ciri tersebut digunakan untuk membedakan suatu pola dengan pola lain-nya. Ciri yang baik adalah ciri yang memiliki daya pembeda yang cukup tinggi, sehingga pengelompokan pola memiliki tingkat keakuratan yang tinggi.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Manusia menggunakan beberapa karakteristik tubuh seperti muka, suara, gaya berjalan, dan lain sebagainya selama beribu-ribu tahun untuk dapat saling mengenali satu sama lain.

2.1 Konsep Dasar Citra

Citra (*image*) adalah gambar pada bidang dua-dimensi, maka sebuah citra merupakan dimensi spasial atau bidang yang berisi informasi warna yang tidak bergantung waktu (Munir, 2004). Ditinjau dari sudut pandang matematis, citra merupakan fungsi menerus (*continue*) atas intensitas cahaya pada bidang dua dimensi. Sumber cahaya menerangi objek, objek memantulkan kembali seluruh atau sebagian berkas cahaya kemudian ditangkap oleh alat optis atau elektro-optis (Murni dkk, 1992).

2.2 Pra-Pengolahan Citra (*Image Pre- Processing*)

Proses pra-pengolahan citra dilakukan untuk mendapatkan citra yang kualitas-nya lebih baik daripada citra sebelumnya dengan cara memanipulasi parameter-parameter citra, sehingga menghasilkan bentuk yang lebih cocok terhadap nilai-nilai piksel citra tersebut untuk proses selanjut-nya.

2.3 Gelombang Singkat (*Wavelet*)

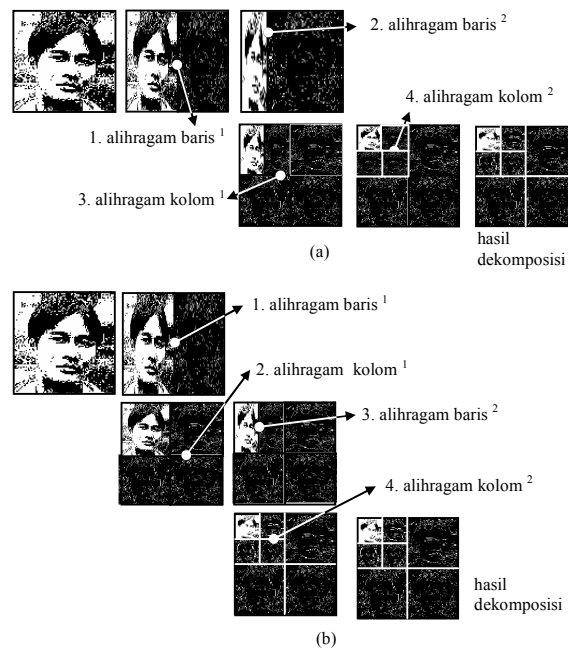
Gelombang-singkat merupakan alat analisis yang digunakan untuk menyajikan data atau fungsi ke dalam komponen frekuensi yang berlainan, dan kemudian mengkaji setiap komponen dengan suatu resolusi yang sesuai dengan skalanya (Daubichies, 1995).

Menurut Sydney (1998), Gelombang-singkat adalah gelombang mini (*small wave*) yang mempunyai kemampuan mengelompokkan energi citra dan terkonsentrasi pada sekelompok kecil koefisien, sedangkan kelompok koefisien lainnya hanya mengandung sedikit energi yang dapat dihilangkan.

Alihragam sinyal 2-dimensi atau citra dalam mentransformasikan nilai-nilai pikselnya dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu metode dekomposisi standar, dan metode dekomposisi tidak standar. Kedua proses dekomposisi pada sinyal 2-dimensi ditunjukkan pada Gambar 3.

2.4 Jaringan Syaraf Tiruan

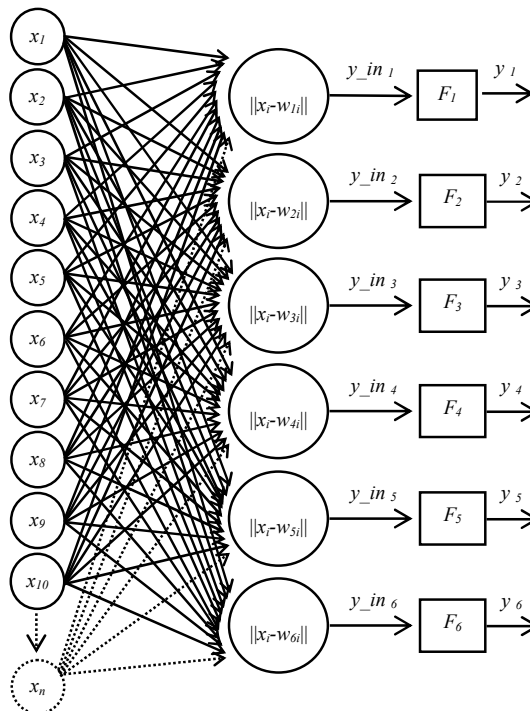
Jaringan otak manusia atau sering disebut jaringan syaraf (*neural network*) biologis memiliki struktur yang sangat kompleks yang terdiri atas berjuta-juta neuron yang bekerja seperti suatu prosesor sederhana. Sedangkan menurut Kusuma-dewi (2004), Jaringan syaraf merupakan representasi buatan atas otak manusia yang selalu mencoba mensimulasikan proses pembelajaran pada otak manusia.



Gambar 3. Proses Dekomposisi *Wavelet* pada Sinyal 2-D
(a) Dekomposisi Standar,
(b) Dekomposisi Tak Standar

2.5 Learning Vector Quantization (LVQ)

LVQ merupakan suatu metode untuk melakukan proses pembelajaran terhadap lapisan-lapisan kompetitif yang terawasi. Gambar 4 menunjukkan jaringan LVQ dengan n unit pada lapisan input, dan 6 unit (*neuron*) pada lapisan kompetitif dan lapisan outputnya (Kusumadewi, 2004).



Gambar 4. Arsitektur JST-LVQ pada Sistem Identifikasi Wajah yang digunakan

3. METODOLOGI PENELITIAN

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini: 1) Perangkat-lunak: *OS. Microsoft® Windows XP, Microsoft Office, MatLab 7.01, Adobe Photoshop 8.0*; dan 2) Perangkat-keras: *PC processor pentium IV 2,8 GHz (intel), harddisk 80 GB, memory DDR 512 MB, kamera digital kodak Easyshare CX7330, 3.1 MP, dan printer Canon PIXMA MP150.*

3.1 Objek atau Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan terhadap 100 orang dengan melakukan enam ekspresi yang diinginkan peneliti sebagai sample data pengujian yang dilakukan di sekitar kampus tempat penelitian.

3.2 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data dilakukan langsung oleh peneliti menggunakan kamera digital kodak *Easyshare CX7330, 3.1 MP*, dan *printer Canon PIXMA MP150*. yang dilakukan dilingkungan terbuka tanpa ada pengkondisian ruangan tertentu. Selanjutnya dilakukan pengolahan awal citra menggunakan perangkat lunak *Adobe Photoshop 8.0*.

3.3 Metode Pengembangan Perangkat Lunak

Pada penelitian ini perangkat-lunak yang digunakan adalah *OS. Microsoft® Windows XP, Microsoft Office*, pemrogram-an menggunakan *MatLab 7.01, Adobe Photoshop 8.0* untuk pemerosesan awal sample citra penelitian.

4. PEMBAHASAN

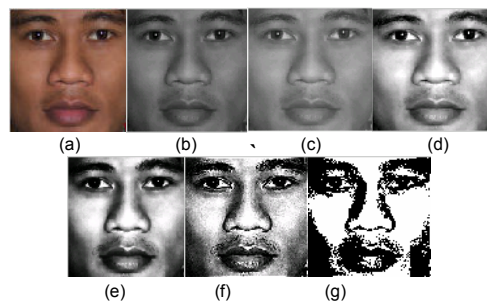
4.1 Citra Wajah dan Pra-pengolahannya

Citra wajah untuk pengujian diambil langsung peneliti di lapangan menggunakan kamera digital. Berikut beberapa sampel citra wajah hasil pemotretan sebelum dilakukan pra-pengolahan yang dapat dilihat pada Gambar 5 berikut ini.



Gambar 5. Citra Wajah Sebelum Pengolahan

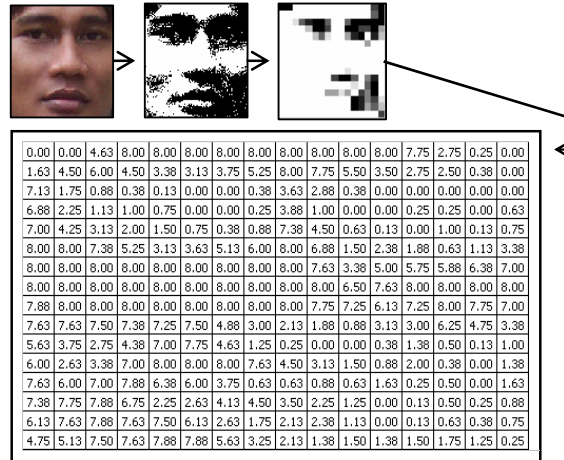
Proses pra-pengolahan citra pada dasarnya untuk mempersiapkan citra atau memanipulasi citra menjadi citra yang memiliki sebaran informasi warna yang lebih baik, deraunya berkurang dan lebih tajam batas tepi objeknya. Gambar 6 menunjukkan hasil proses pra-pengolahan citra masukan.



Gambar 6. Proses pra-pengolahan (*pre-processing*) citra masukan

- (a) citra masukan; (b) citra skala keabuan; (c) citra setelah pengura-ngan derau;
- (d) citra setelah perubahan kecerahan (*brightness*); (e) citra setelah pemerataan histogram;
- (f) citra setelah operasi penajaman, dan (g) citra dikonversi menjadi citra hitam-putih.

Ekstraksi ciri atau proses untuk memunculkan ciri citra yang dapat dipercaya untuk mencirikan citra tersebut. Tahapan ekstraksi ciri pada penelitian ini terdiri atas pra-pengolahan, alihragam *wavelet* untuk mereduksi dimensi citra dan memunculkan ciri citra. Tahapan proses ekstraksi ciri citra masukan dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Proses Ekstraksi Ciri Pada Citra Wajah

4.2 Tahap Klasifikasi Citra

Pada penelitian ini klasifikasi pola citra menggunakan jaringan syaraf tiruan dengan metode pembelajaran *learning vector quantization*. Jenis pembelajaran pada sistem merupakan proses pembelajar-an terawasi (*supervised learning*) pada lapisan kompetitifnya.

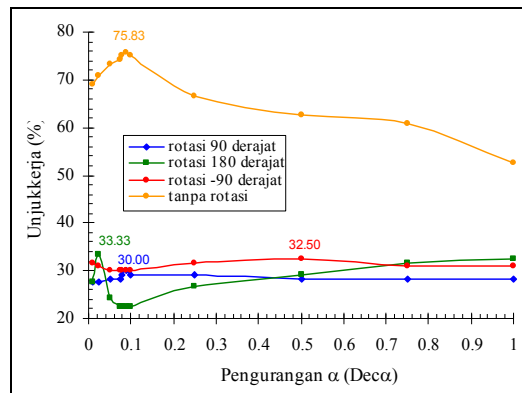
4.3 Pengujian Sistem Identifikasi Wajah

Parameter-parameter yang diguna-kan pada pelatihan dan pengujian jaringan syaraf tiruan LVQ adalah: 1) sample citra atau data (n) = 150 citra wajah; 2) variabel input (m) = 256 neuron; 3) kelas atau cluster (K) = 6 kelas; 4) variasi laju pelatihan (α) = 0,01; 5) pengurangan laju pelatihan ($Deca$) = 0,01 hingga 1; 6) minimum laju pelatihan ($Min\alpha$) = 0,00001, dan 7) maksi-mum iterasi ($MakIterasi$) = 1000.

Hasil yang diperoleh dari pelatihan ini adalah nilai bobot akhir jaringan. Sedang-kan tahap pengujian dilakukan mengguna-kan nilai input yang digunakan pada proses pelatihan sebelumnya.

4.4 Pengujian Sistem dengan Citra Masukan Bervariasi Pola Rotasi

Pada pengujian ini semua citra masukan yang akan diujikan dirotasi dengan sudut masing-masing 90°, 180° dan -90° sebagaimana dijelaskan pada pembahasan sebelumnya. Sedang untuk citra pelatihan dan citra untuk nilai bobot awal tidak mengalami rotasi.



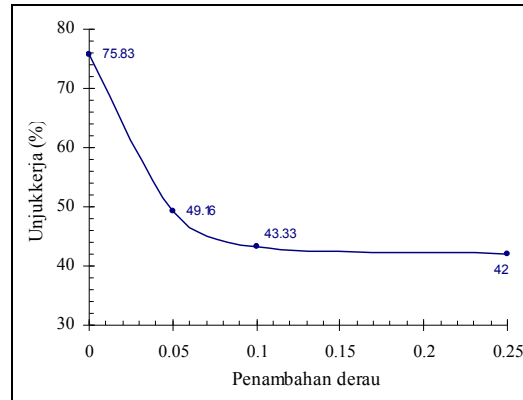
Gambar 8. Grafik Unjukkerja Sistem Identifikasi dengan Variasi Rotasi Atas Citra Pengujian

Grafik pada Gambar 8 di atas menunjukkan besarnya sudut rotasi mengakibatkan unjukkerja sistem identifikasi secara keseluruhan menurun, yang mana pada rotasi 180° unjukkerjanya sebesar 33,33%, lebih baik dibanding pada rotasi citra 90° dan -90° masing-masing dengan unjukkerja sistem sebesar 30%, dan 32,50%.

4.5 Pengujian Sistem dengan Penambahan Derau pada Citra Input

Pada penelitian ini jenis derau yang digunakan adalah *gaussian* dengan variasi nilai *mean* (m) dan *variance* (v), dan *salt and pepper* dengan variasi nilai kerapatan derau atau *noise density* (d).

Berdasarkan data hasil pengujian menunjukkan bahwa unjukkerja identifikasi menurun dengan bertambahnya nilai *variance* derau. Hubungan besarnya variasi derau *gaussian* dengan unjukkerja sistem identifikasi ditunjukkan pada Gambar 9 berikut ini.

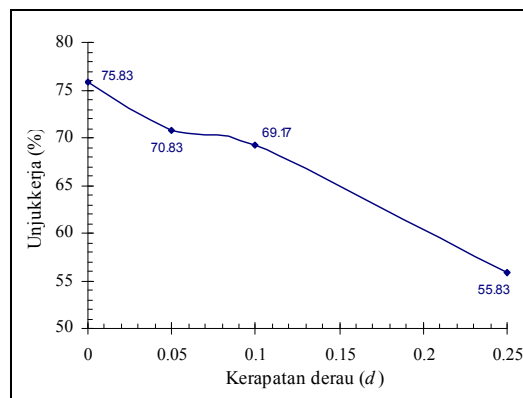


Gambar 9. Grafik Unjuk Kerja Sistem Identifikasi Terhadap Penambahan Derau *Gaussian*

Berdasarkan pada hasil pengujian diperoleh bahwa unjukkerja tertinggi untuk penambahan derau *gaussian* diperoleh pada nilai *error* (MSE) sebesar 5,84, dan jumlah iterasi optimal adalah 135 iterasi.

Untuk penambahan derau *salt and pepper* grafik hubungan unjukkerja sistem terhadap kerapatan derau ditunjukkan pada Gambar 10.

Berdasarkan pada hasil pengujian diperoleh bahwa unjukkerja sistem tertinggi untuk penambahan derau *salt and pepper* diperoleh pada nilai *error* (MSE) sebesar 6,87 dengan jumlah iterasinya adalah 273 iterasi.



Gambar 10. Grafik Unjuk Kerja Sistem Identifikasi pada Penambahan Derau *Salt and Pepper*

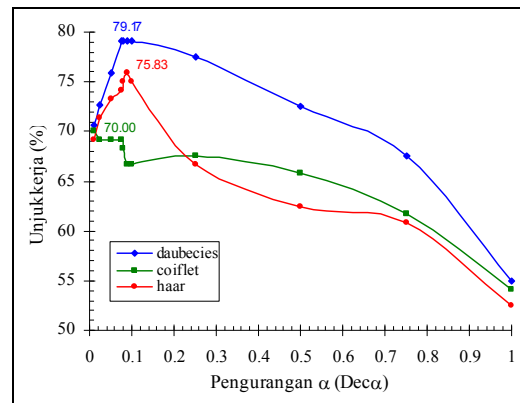
4.6 Pengujian Sistem dengan Berbagai Dekomposisi *Wavelet*

Pada pengujian ini alihragam citra masukan akan menggunakan keluarga *wavelet daubechies* (*db2*) dan *coiflets* (*coif1*). Dimensi citra dekomposisi yang dihasilkan terhadap citra berukuran 128 x128 piksel masing-masing adalah 18x18 piksel untuk *db2*, 20x20 piksel untuk *coif1*, dan dengan *haar* (16x16).

Hasil pengujian menunjukkan bahwa unjukkerja sistem identifikasi tertinggi diperoleh menggunakan metode dekomposisi *wavelet daubechies* orde-2 (*db2*) sebesar 79,17% dengan terjadi peningkatan unjukkerja 3%. Jika dibandingkan dengan dekomposisi *wavelet coiflet* orde-1 (*coif1*) unjukkerja sistem identifikasi mengalami penurunan sebesar 6%.

Hubungan unjukkerja sistem dengan citra masukan hasil dekomposisi *wavelet haar*, *daubechies*, dan *coiflet* terhadap nilai penurunan laju pelatihan ($Dec\alpha$) dapat dilihat pada Gambar 11.

Berdasarkan pada hasil pengujian diperoleh bahwa unjuk kerja tertinggi diperoleh menggunakan metode dekomposisi *wavelet daubechies* (*db2*) dengan nilai *error* (MSE) sebesar 16,79, dengan jumlah iterasi adalah 66 iterasi.

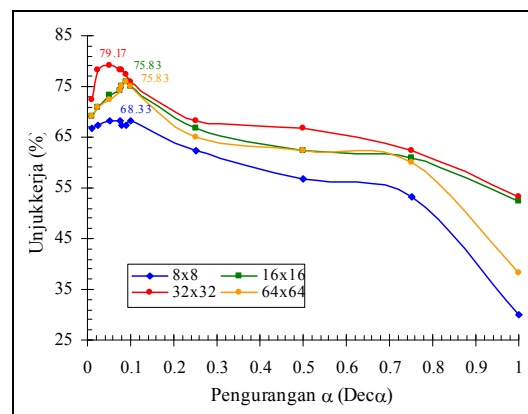


Gambar 11. Unjuk Kerja Sistem Identifikasi Terhadap Penurunan Laju Pelatihan dengan Berbagai Dekomposisi *Wavelet*

4.7 Pengujian Sistem dengan Variasi Dimensi Citra Masukan

Pada pengujian ini dimensi citra yang digunakan sebagai citra pengujian adalah 32x32 alihragam *wavelet haar* level-2, 16x16 alihragam *wavelet haar* level-2, dan 8x8 alihragam *wavelet haar* level-4. Sedangkan dimensi citra pada pengujian sebelumnya adalah 16x16 hasil alihragam *wavelet haar* level-3.

Untuk mengetahui unjukkerja sistem identifikasi dengan dimensi citra masukan yang berbeda ditunjukkan pada grafik hubungan unjukkerja sistem terhadap variasi nilai laju pelatihan dapat dilihat pada Gambar 12 berikut ini.



Gambar 12. Unjuk Kerja Sistem Terhadap Penurunan Laju Pelatihan dengan Variasi Dimensi Citra

Berdasarkan gambar di atas menunjukkan bahwa dimensi citra masukan dan level alihragam *wavelet* sedikit mempengaruhi unjukkerja sistem. Hasil pengujian yang dilakukan diperoleh peningkatan 3% pada dimensi citra 32x32 dengan alih-ragam level-3 atau sebesar 79,17% dibandingkan dengan pengujian

sebelumnya 16x16 alihragam level-3 sebesar 75,83%, begitu juga untuk dimensi 64x64 alihragam level-2 unjukkerja tertinggi juga sebesar 75,83%.

Sedangkan untuk dimensi 8x8 unjuk-kerja menurun, hal ini dikarenakan banyak informasi citra yang hilang sehingga ciri citra tersebut menjadi kurang jelas atau kurang menjadi karakteristik pembeda dengan citra lainnya.

Namun sebaiknya penentuan para-meter-parameter dari sistem identifikasi berupa dimensi citra masukan dan level dekomposisi, selain berdasarkan pada unjukkerja sistem, perlu dipertimbangkan kebutuhan memori dan waktu optimum yang diperlukan. Semakin besar dimensi citra masukan sistem maka basisdata citra sistem akan membutuh kapasitas memori penyimpanan yang besar pula, demikian juga waktu komputasi yang diperlukan untuk proses identifikasi.

5. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan hasil pengujian dataset citra menggunakan ruang warna HSV adalah hasil deteksi yang dilakukan oleh aplikasi pengolahan citra ini:

- 1) Sistem identifikasi wajah berdasarkan enam ekspresi utama wajah mengguna-kan alihragam *wavelet* dan jaringan syaraf tiruan LVQ memberikan hasil identifikasi yang cukup baik dengan unjuk-kerja sebesar 79,17% pada dimensi citra masukan 32x32 dekompo-sisi *wavelet haar*, atau pada dimensi citra masukan 20x20 dekomposisi *wavelet daubechies (db2)*.
- 2) Rotasi pada citra wajah dengan sudut 90°, 180° dan -90° mengakibatkan penu-runan unjuk kerja sistem identifikasi hingga 46% dengan unjukkerja tertinggi masing-masing 30,00%, 33,33% dan 32,50%.
- 3) Penambahan derau pada citra wajah juga menyebabkan unjukkerja sistem menurun sebesar 30% untuk derau *gaussian* dan 9% derau *salt and pepper*. Unjukkerja tertinggi 49,16% untuk derau *gaussian* pada level derau 5%, dan 70,83% untuk derau *salt and pepper* pada level derau 5%.
- 4) Ekstraksi ciri atau dekomposisi pada citra dengan *wavelet daubechies* orde-2 (*db2*) sebesar 79,17% sebandingkan dengan dekomposisi *wavelet haar* juga sebesar 79,17%, sedangkan dekompo-sisi dengan *wavelet coiflet* orde-1 (*coif1*) unjukkerja sistem menurun 9% atau 70,00%.
- 5) Citra wajah dengan proses pra-pengo lahan memberikan unjukkerja yang lebih baik daripada citra wajah tanpa pra-pengolahan dengan unjukkerja sistem sebesar 79,17% dengan pra-pengola-han dan 60% tanpa pra-pengolahan.
- 6) Variasi dimensi dan level dekomposisi citra dengan *wavelet haar* memberikan peningkatan unjukkerja sistem sebesar 3% atau 79,17% untuk dimensi 32x32 dibandingkan dengan dimensi 16x16 sebesar 75,83%.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Daubechies, I. 1995. *Ten Lectures on Wavelet*. Capital City Press, Montpe-lier, Vermont.
- Kusumadewi, Sri. 2003. *Artificial Intelligen-ce: Teknik dan Aplikasinya*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- usumadewi, Sri. 2004. *Membangun Jaringan Syaraf Tiruan (Mengguna-kan Matlab dan Excel Link)*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Kusumoputro B. 2000. *Pengenalan Huruf Tulisan Tangan Menggunakan Logika Fuzzy dan Jaringan Syaraf Tiruan*, Seminar on Air - PPI Tokyo Institute of Technology, No.1 hal. 34-38.
- Li, Stan Z. 1999. *Face Recognition Using The Nearest Feature Line Method*, *IEEE Trans. Neural Network*, 10(2).
- Lim S., K.; Lee, O. Byeon; T. Kim. 2001. *Efficient Iris Recognition through Improvement of Feature Vector and Classifier*, *ETRI Journal*, 23(2).
- Munir, Rinaldi. 2004. *Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik*. Informatika. Bandung.
- Murni, Aniati A.; S. Setiawan. 1992. *Pengantar Pengolahan Citra*. Alex Media Komputindo. Jakarta.
- Philips, Jonathon. 1998. *Matching Pursuit Filters Applied to Face Indentification*, *IEEE Transactions of Image Processing*, 7(8).
- Sydney, Burrus C.; A.G. Remesg; G. Haito; 1998; *Introduction to Wavelets and Wavelet Transform*; Prentice-Hall International, Inc.
- Zhang, Bai-Ling; Haihong Z.; Shuzi S.G. 2004. *Face Recognition by Apllying Wavelet Subband Representation and Kernel Associtive Memory*, *IEEE Transactions of Neural Network*, 15(1).